

結合 DSP C40 處理器之車牌自動辨識系統的研究與發展(II)

A Study of Automatic Car License Plate Recognition Using DSP C40 Processor (II)

計畫編號：NSC 88-2218-E-032-004

執行期限：87 年 8 月 1 日至 88 年 7 月 31 日

主持人：謝景棠 私立淡江大學電機工程學系

E-mail：hsieh@ee.tku.edu.tw

中文摘要：

本計畫提出了一套結合 DSP C40 處理器之快速有效車牌辨識系統。在車牌定位方面，我們利用車牌之明暗對比與寬高比特性並配合所提之兩段式滑動視窗技巧快速找出車牌字元之邊界。在正確找出字元邊界後，我們利用局部線性灰階轉換及所提之遞迴式 K-mean 二分化法以去除照度不均及灰塵污垢與退色等現象所帶來的干擾。最後本計畫再以簡單之投影切割法進行車牌字元切割並利用倒傳遞類神經網路(BPNN)作為字元辨識架構。本計劃之實驗樣本取自於不同天候及環境之 500 張影像，經實驗顯示，所提方法之車牌辨識率將近 93%，而平均每張影像之辨識速度可達 0.8 秒。

關鍵詞：兩段式滑動視窗、遞迴式 K-mean 二分化、倒傳遞類神經網路。

Abstract

This project proposes a fast and effective method for optical recognition of Vehicle License Plates using DSP C40. In locating plate stage, we combine the proposed method of two steps sliding

window and the characteristic of contrast and height-width ratio of car license plate to locate the demarcation of Vehicle Identification Number(VIN) as fast as possible. After the locating stage, we use partial linear gray level transformation and proposed recursive K-mean binary method to eliminate the trouble of non-uniform luminance and blur of license plate. Finally, we use the simple projection method to segment the character of license plate and use the back-propagation neural network(BPNN) to recognize the VIN. The experiment with five hundred real images acquired under different environments and illumination conditions shows that the correct rate of proposed recognition system is close to 93% and the computation time for the complete system is about 0.8 seconds per image.

Keywords: Two steps sliding window, Recursive K-mean binary method, Back-propagation neural networks.

二、研究目的與方法

本研究計劃之目的在於以 DSP C40 數位訊號處理器應用於停車場管理、查緝贓

車及自動收費等之車牌自動辨識系統，圖一為所提辨識系統之流程圖。在車牌定位方面，我們先將輸入之影像以 Sobel 濾波器萃取出垂直邊緣並將其值設定為 80 到 255 之間(小於 80 設為 0、大於 255 則設為 255)以抑止部分強烈反射區域的影響。在完成邊緣萃取後，我們以大跳躍方式找出影像中具局部邊緣變化最大矩形區域即為車牌所在位置，再由矩形中心向上下及左右兩邊擴充，此步驟將獲得一小範圍之搜尋區域。在獲得搜尋區域後，由於字元之上下邊界已確定，此時我們可利用車牌全部字元之寬高比特徵設計出一符合大小之矩形區域(本文為 3.9:1)，再由滑動的方式，從搜尋區域中找出具最大垂直邊緣變化矩形區域即可獲得正確之車牌字元邊界，圖二說明兩段式滑動視窗之實作概念。

在影像增強部分，為了消除因照度不均所造成對比不明顯的現象，我們引入局部線性灰階轉換的技巧[4]，圖三為經轉換後所得之結果，由圖中可知此一轉換法確實可提昇車牌之明暗對比。另一方面，在實際的環境中，多數車牌均會面臨污損或退色的現象，而車牌之明暗對比增強雖可減少此一方面的影響，但其效果卻有一定的限度。有鑑於此，本計劃提出一遞迴式 K-mean 二元化法將鎖定之字元區域進行二值化處理以利於往後之切割及辨識。其演算法說明如下：

- Step 1.** Randomly choose two gray level values C_1 and C_2 as the initial clusters, then set range = 255.
- Step 2.** According to the range, calculate the threshold using K-mean binary method.
- Step 3.** Calculate the evaluation parameter

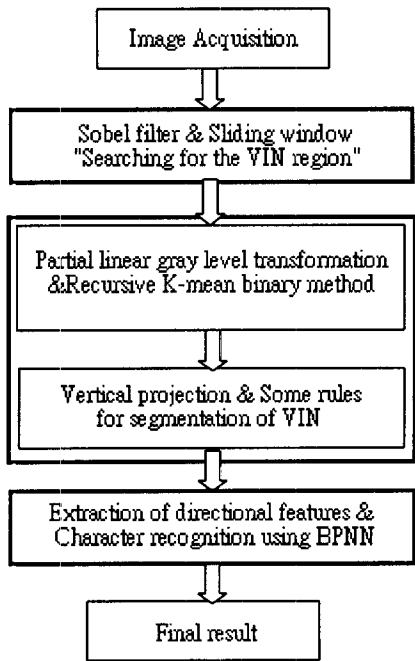


Fig.1 Overview of the system

$$S_k = \frac{m_2 - m_1}{\left\{ \frac{1}{N_k} \sum_{i=1}^{N_k} (x_i^k - m_k)^2 \right\}^{1/2}} \tag{1}$$

where
 S_k = degree of conglomeration of class k .
 N_k = number of patterns in class k .
 m_k = mean value of class k within the whole image.
 x_i^k = value for i th pattern belonging to class k (in this paper, $k=1$).

Step 4. If $S_k < S_{sep}$ and $N_k > N_{set}$, then set range = $(C_1 + C_2)/2$ and randomly choose two values less than the range as the initial clusters, goto Step 2.
 Otherwise the final threshold = $(C_1 + C_2)/2$.

where
 N_{set} = the minimum pixels belonging to the class.
 S_{set} = the degree of conglomeration of specific object.

圖四為部分車牌經過遞迴式 K-mean 二元化法後所得之結果，由輸出結果可知所提方法對於污損(ex. 污泥灰塵所造成的字元與字元間之模糊地帶)或照度不均等現象均有明顯之補強作用。

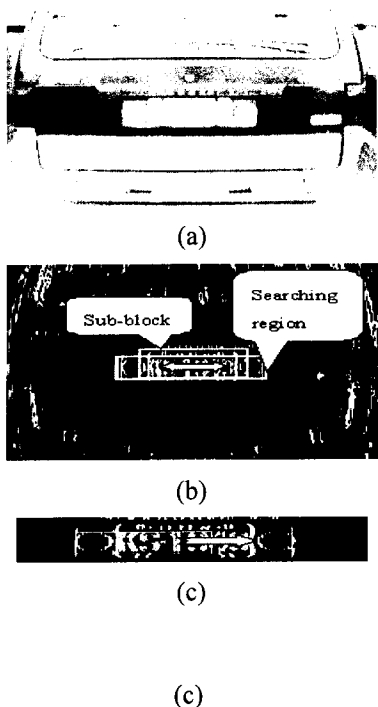


Fig. 2. (a) An example of input image. (b) Maximum local contrast sub-block and searching for the demarcation of top and bottom of VIN from the center of the sub-block. (c) A regular sliding window is used to search the accurate VIN region. (d) The final result.

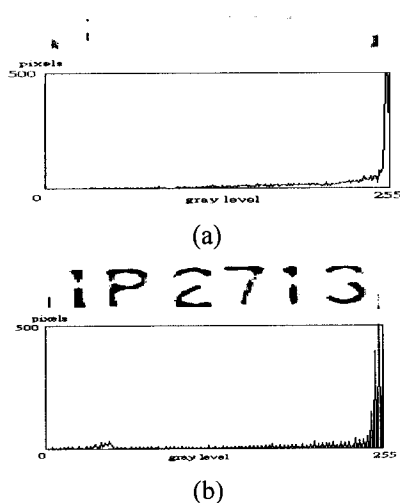


Fig. 3. a license plate (a) before the enhancement process and its histogram. (b) After the gray level transformation process and its histogram.

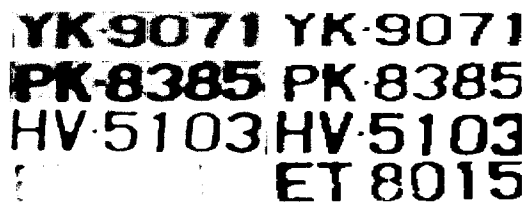


Fig. 4. Some examples of license plate using the proposed recursive K-mean binary method. ($S_{set} = 8$, $N_{set} = 0.4$ of total pixels).

車牌字元區域在經過灰階轉換與二值化處理過後，已經轉為 0 與 1 之圖像，此時只需利用簡單之水平投影技巧即可進行車牌字元切割。字元經切割後，在特徵萃取上，本系統採用方向性特徵非線性的邊緣強化演算法，此種方向性特徵主要是記錄水平、垂直、左斜、右斜等四個方向的傾斜率[7]。系統經過特徵萃取後，再將此 80 維向量輸入一倒傳遞類神經網路辨識架構[8]，即可得系統最後之車牌辨識結果。

TEXAS INSTRUMENT TMS320C40 DSP 的架構主要是針對平行處理應用的要求而設計的。由於有以暫存器為基礎的結構、大的定址空間、多樣的定址方式、靈活的指令集、以及支援良好的浮點運算法等，還可以用高階語言寫程式，使用起來十分方便。因此，在 DSP 的實作上，本系統採用 TI 之 C40 影像模組(圖五)，並利用其所附 C Compiler 進程式編譯，而整個除錯皆在個人電腦上執行。

三、實驗結果

本系統的實驗資料分別於早晨、中午、傍晚等戶外及地下停車場內拍攝，無外加任何光源，資料為灰階影像，解析度為 640x 480 像素。表一為系統之整體性能報告，其中車牌正確定位率高達 98%，而整體車牌之辨識亦可達到 93.6%之正確

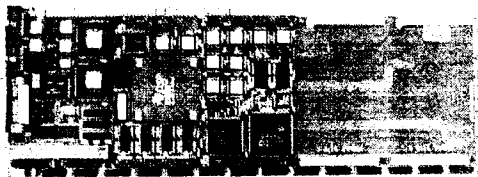


Fig 5. The platform of DSP module

Table I. Performance of the system.

	Correct rate
Locating the VIN region	98%
Recognition of complete registration plates	92.6%

率。圖六所示為系統辨識失敗之兩張影像，失敗的原因在於車牌強烈反光(無法鎖定車牌)與過度污損(字元辨識錯誤)的情況下。而在系統的計算時間上，平均每張影像辨識只需 0.8 秒的時間。

四、結論

本計畫所提之車牌自動辨識系統，對於辨識錯誤的車輛，歸咎其原因在於影像的取得方式與外在環境的影響，諸如：車牌號碼剝落、污泥、天候以及照明的影響等，均易造成系統效能的降低。另一方面，在取像上本系統皆以靜態車輛作為實驗樣本，對於道路上動態車輛之監測辨識並未做進一步之分析，但我們相信只要對取樣系統之快門做適當的設定，必能得到相當不錯的結果，再則定點式取樣與本系統之不定點式取樣相比，其環境亦單純許多，當然若加上燈光的補強，對於系統性能之提昇，必亦有相當的幫助。最後，本系統僅以一顆 DSP 作運算，對於需要高速運算的環境(如：高速公路收費站)，本系統稍嫌不足，但相信以本系統為基礎再加上 C40

易於實行平行處理之架構，對於需高運算量的要求將不難實現。

五、參考文獻

- [1] S. K. Kim, D. W. Kim and H. J. Kim, "A recognition of vehicle license plate using a genetic algorithm based segmentation," *Image Processing, IEEE Proceedings International Conference*, vol. 2, pp. 661 - 664, 1996.
- [2] J. R. Cowell, "Syntactic pattern recognizer for vehicle identification numbers," *Image and Vision Computing*, Vol. 13, no. 1, pp.13-19, 1995.
- [3] S. Draghici, "A Neural Network based Artificial Vision System for License Plate Recognition," *International Journal of Neural Systems*, Vol. 8, No. 1 pp. 113-126, February 1997.
- [4] P. Comelli, P. Ferragina, M. N. Granieri and F. Stabile, "Optical recognition of motor vehicle license plates," *IEEE Trans. Vehicular Technology*, Vol.44, no.4, pp.790-799, November 1995.
- [5] N. O'su, "A Threshold selection method from grey-level histograms," *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern.*, vol. SMC-8, pp. 62-66, 1978.
- [6] O. D Trier, A. K. Jain and T. Taxt, "Feature extraction methods for character recognition - A Survey," *Pattern Recognition*, vol.29, no.4, pp.641-662, 1996.
- [7] S.B.Cho, "Neural-network classifiers for recognizing totally unconstrained handwritten numerals," *IEEE Trans. Neural Network*, vol.8, no.1, January 1997.
- [8] D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, and R. J. Williams, "Learning internal representations by error propagation," *Parallel Distributed Processing*, vol. 1: Foundations, D. E. Rumelhart and J. L. McClelland, Eds., MIT Press, pp. 318-362, 1986.